

Implementasi *Integer Programming* dalam Mengoptimalkan Produksi Kopi Susu (Studi Kasus : Kopi Rekan)

D. P. Listiani, S. N. D. Putri, V. Annisa, dan Y. I. Lestari

Abstrak: Usaha minuman kopi bernama kedai Kopi Rekan merupakan industri kedai kopi rumahan. Terdapat beberapa jenis minuman kopi yang diproduksi oleh kedai Kopi Rekan diantaranya Kopi Susu Original, Kopi Susu Vanilla, Kopi Susu Hazelnut, dan Kopi Susu Caramel Latte. Dalam setiap produksi minuman Kopi Rekan mengalami hasil penjualan yang masih belum maksimal. Oleh sebab itu tujuan penelitian ini untuk mendapatkan hasil penjualan maksimal dari produksi minuman kopi susu. Perencanaan produksi Kopi Rekan ini dapat dijadikan pandangan sebagai model *integer programming* dengan tujuan memaksimalkan hasil dari penjualan, yakni dengan menentukan jumlah produksi untuk masing-masing jenis Kopi Susu. Dalam penelitian ini dilakukan pencarian solusi dengan menggunakan Metode *Branch and Bound*. Data diolah dengan perhitungan pada perangkat lunak *POM-QM for Windows* dan diperoleh penjualan maksimal sebesar Rp 591.000 dengan memproduksi jenis Kopi Susu Original sebanyak 1 *cup*, Kopi Susu Vanilla sebanyak 12 *cup*, Kopi Susu Hazelnut sebanyak 10 *cup*, dan Kopi Susu Caramel Latte sebanyak 10 *cup*.

Kata Kunci— *Metode Branch and Bound, Perencanaan Produksi, Program Integer*

Abstract: A coffee beverage business called the Kopi Rekan shop is a home-based coffee shop industry. There are several types of coffee drinks produced by the Kopi Rekan shop, including Original Milk Coffee, Vanilla Milk Coffee, Hazelnut Milk Coffee, and Caramel Latte Milk Coffee. In every production of Kopi Partners, the sales results are still not maximized. Therefore, the purpose of this study was to obtain maximum sales results from the production of milk coffee drinks. This Kopi Partners production planning can be viewed as an integer programming model to maximize sales results, namely by determining the amount of production for each type of Kopi Susu. In this study, a solution was searched using the Branch and Bound method. The data were processed by calculations on the POM-QM for Windows software and obtained a maximum sale of Rp. 591,000 by producing 1 cup of Original Milk Coffee, 12 cups of Vanilla Milk Coffee, 10 cups of Hazelnut Milk Coffee, and 10 cups of Caramel Latte Milk Coffee.

Keywords— *Branch and Bound, Production Planning, Integer Programming*

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas perkebunan utama yang ditanam di banyak negara, termasuk Indonesia. Budidaya kopi merupakan sumber pendapatan bagi masyarakat, dan juga meningkatkan devisa negara dengan mengeksport biji kopi mentah dan olahan. Kopi adalah suatu minuman yang dibuat dari biji kopi pilihan yang telah disangrai kemudian dihaluskan menjadi bubuk yang siap untuk diseduh. Minuman kopi sekarang ini banyak sekali jenisnya. Dari berbagai jenis kopi yang ada, jenis kopi tersebut memiliki proses penyajian serta pengolahan yang berbeda dan unik.

Di era globalisasi saat ini, perkembangan industri kedai kopi berkembang pesat terlihat dari semakin banyaknya pebisnis yang mendirikan kedai kopi. Hal ini pun terjadi dengan adanya peningkatan pada konsumsi kopi di Indonesia. Semakin maraknya minuman kopi kekinian

dengan berbagai nama yang sangat banyak diminati oleh kalangan muda dan tidak hanya sekedar minuman penghilang rasa kantuk. Karena itu terjadinya persaingan antar usaha minuman kopi, maka para kedai kopi juga menawarkan berbagai varian rasa yang berbeda-beda dan unik kepada konsumennya.

Pada usaha kedai Kopi Rekan merupakan satu dari sekian banyak industri kedai kopi rumahan yang ada di Indonesia. Industri rumahan kedai Kopi Rekan yang berlokasi di Jl. Kh Wahid Hasyim No. 30 RT. 04 RW. 06, Kreo Selatan, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang. Kedai Kopi Rekan menjual berbagai jenis minuman kopi espresso seperti kopi susu original, kopi susu vanilla, kopi susu hazelnut, dan kopi susu caramel latte. Usaha kedai Kopi Rekan ini tidak memiliki metode yang pasti dalam menentukan jumlah produksi yang optimal pada setiap jenis minuman kopi susu yang akan diproduksi. Permasalahan dari usaha kedai Kopi Rekan adalah hasil penjualan minuman kopi susu yang kurang maksimal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penjualan maksimal dari produksi minuman kopi susu. Permasalahan pada industri kedai Kopi Rekan ini dapat dipandang sebagai *integer programming* dikarenakan semua variabel hasilnya harus berupa bilangan bulat. Pada penelitian ini menggunakan metode *integer programming* atau program bilangan bulat. Kemudian data

Dian Putri Listiani, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (dianputrilistiani7@gmail.com).

Septiana Novianti Dwi Putri, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (septianandp@gmail.com).

Viona Annisa, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (vionaannisa8@gmail.com).

Yunita Indri Lestari, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta (yunitaindr@gmail.com).

diolah menggunakan aplikasi POM-QM for Windows. Dan hasil dari penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil penjualan maksimal dari produksi minuman kopi susu pada usaha kedai Kopi Rekan.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Metode Penelitian

Pada penelitian ini kelompok kami menggunakan data primer yaitu merupakan sumber data penelitian menggunakan data secara langsung berupa produksi pembuatan kopasus (kopi susu) dengan menggunakan komposisi kopi espresso, air, sirup vanila, sirup hazelnut, sirup caramel latte dan susu sebagai fungsi kendalanya dan menggunakan empat jenis kopi yaitu Kopasus Original, Kopasus Vanilla, Kopasus Hazelnut, dan Kopasus Caramel Latte sebagai variabel keputusan.

Data yang sudah didapatkan tersebut lalu kami olah menggunakan metode *integer programming* atau program bilangan bulat yang memiliki pengertian yaitu pemrograman linear yang sebagian atau seluruh variabelnya harus diubah menjadi bilangan bulat dan tidak terdapat nilai negatif. Beberapa metode telah dikembangkan untuk menyelesaikan persoalan *integer programming*, yang paling umum adalah metode *Branch and Bound*. Data tersebut diolah menggunakan POM-QM dengan metode *Branch and Bound*. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menentukan keuntungan yang maksimal dari penjualan kopi di Kopi Rekan yang bertempat di Jl. KH Wahid Hasyim RT 04 RW 06, Kreo Selatan, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang 15156.

Secara matematis, penulisan program bilangan bulat atau *integer linier programming* yaitu sebagai berikut : Memaksimumkan :

$$z = cX_1 + cX_2 + cX_3 + \dots + cX_n \quad (1)$$

Kendala :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + (\leq, =, \geq) b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + (\leq, =, \geq) b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + (\leq, =, \geq) b_m$$

$$X_1 / 0, X_2 / 0, \dots, X_n /$$

Pada penelitian kali ini digunakan pendekatan pembulatan dari solusi nilai pecahan dari program linier ini. Salah satu Model umum penyelesaian *Integer Programming* yang digunakan adalah *Model Branch and Bound*. Pada metode ini permasalahan dibagi menjadi cabang-cabang yang mungkin mengarah ke solusi optimal, model ini melakukan percabangan sehingga mencapai ke solusi optimal.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan, merupakan dasar dalam pembuatan model keputusan untuk mendapatkan solusinya
2. Menentukan fungsi tujuan.
3. Menentukan fungsi kendala.

4. Menentukan solusi optimum model *Integer Programming* menggunakan *software POM-QM* dan diolah dengan metode *Branch and Bound*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data diolah dengan metode *Branch and Bound* dengan bantuan perangkat lunak *POM-QM for Windows 3*. Dalam menyelesaikan masalah optimasi keuntungan produk kopi susu pada Kedai Kopi Rekan, data-data yang diperlukan yaitu data komposisi bahan baku pada setiap varian kopi susu. Data didapatkan dengan melakukan pengambilan data berupa wawancara langsung ke tempat produksi kopi susu selama 1 hari produksi. Data tersebut ditunjukkan sebagai berikut :

TABEL I
Data Bahan Baku Kopi Susu

Jenis Kendala	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Kapasitas Tersedia	Satuan
Kopi Espresso	20	20	20	20	700	gr
Air	60	60	60	60	2000	ml
Sirup Vanilla	0	25	0	0	300	ml
Sirup Hazelnut	0	0	25	0	250	ml
Caramel Latte	0	0	0	25	250	ml
Susu	120	140	120	140	4500	ml
Gula Cair	45	0	0	0	4000	ml
Harga Per Unit	15000	18000	18000	18000		Rupiah

Sumber : Kopi Rekan

Keterangan :

X₁ = Kopasus Original

X₂ = Kopasus Vanilla

X₃ = Kopasus Hazelnut

X₄ = Kopasus Caramel Latte

Langkah-langkah penyelesaian, yaitu :

$$Z_{maks} = 15.000X_1 + 18.000X_2 + 18.000X_3 + 18.000X_4$$

Fungsi Kendala :

1. $20X_1 + 20X_2 + 20X_3 + 20X_4 \leq 700$
2. $60X_1 + 60X_2 + 60X_3 + 60X_4 \leq 2000$
3. $25X_2 \leq 300$
4. $25X_3 \leq 250$
5. $25X_4 \leq 250$
6. $120X_1 + 140X_2 + 120X_3 + 140X_4 \leq 4500$
7. $45X_1 \leq 4000$
8. $X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$

Model matematika tersebut kemudian akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak *POM-QM for Windows 3* dengan *Module Integer & Mixed Integer Programming*. Tahapan yang dilakukan dalam memproses data dengan *POM-QM* yaitu : (1) Memasukkan seluruh formulasi data ke dalam *software POM-QM*. (2) Menampilkan solusi dari hasil data masukan. Solusi dari data *input* ditunjukkan dalam tabel sebagai berikut :

TABEL II
Original Problem Table With Solution

	X_1	X_2	X_3	X_4	RHS
Maksimum	15000	18000	18000	18000	
Kopi Espresso	20	20	20	20	\leq 700
Air	60	60	60	60	\leq 2000
Sirup Vanilla	0	25	0	0	\leq 300
Sirup Hazelnut	0	0	25	0	\leq 250
Sirup Caramel	0	0	0	25	\leq 250
Latte					
Susu	120	140	120	140	\leq 4500
Gula Cair	45	0	0	0	\leq 4000
Variabel Type	Integer	Integer	Integer	Integer	
Solusi	1	12	10	10	Optimal Z = 591000

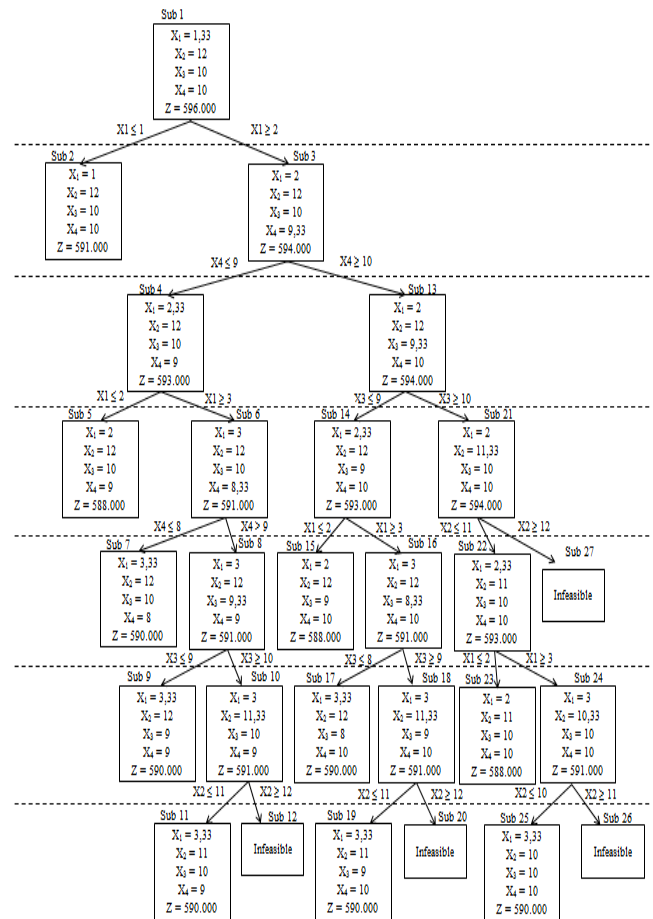
Sumber: Perhitungan POM-QM

Tabel diatas merupakan hasil *output* dari data yang telah dimasukkan sebelumnya. Dengan hasil iterasi menggunakan POM-QM adalah sebagai berikut :

Iteration	Level	Added constraint	Solution type	Solution Value	X_1	X_2	X_3	X_4
			Optimal	591000	1	12	10	10
1	0		NONInteger	596000	1,33	12	10	10
2	1	$X_1 \leq 1$	INTEGER	591000	1	12	10	10
3	1	$X_1 \geq 2$	NONInteger	594000	2	12	10	9,33
4	2	$X_4 \leq 9$	NONInteger	593000	2,33	12	10	9
5	3	$X_1 \leq 2$	Suboptimal	588000	2	12	10	9
6	3	$X_1 \geq 3$	NONInteger	591000	3	12	10	8,33
7	4	$X_4 \leq 8$	Suboptimal	590000	3,33	12	10	8
8	4	$X_4 \geq 9$	NONInteger	591000	3	12	9,33	9
9	5	$X_3 \leq 9$	Suboptimal	590000	3,33	12	9	9
10	5	$X_3 \geq 10$	NONInteger	591000	3	11,33	10	9
11	6	$X_2 \leq 11$	Suboptimal	590000	3,33	11	10	9
12	6	$X_2 \geq 12$	Infeasible					
13	2	$X_4 \geq 10$	NONInteger	594000	2	12	9,33	10
14	3	$X_3 \leq 9$	NONInteger	593000	2,33	12	9	10
15	4	$X_1 \leq 2$	Suboptimal	588000	2	12	9	10
16	4	$X_1 \geq 3$	NONInteger	591000	3	12	8,33	10
17	5	$X_3 \leq 8$	Suboptimal	590000	3,33	12	8	10
18	5	$X_3 \geq 9$	NONInteger	591000	3	11,33	9	10
19	6	$X_2 \leq 11$	Suboptimal	590000	3,33	11	9	10
20	6	$X_2 \geq 12$	Infeasible					
21	3	$X_3 \geq 10$	NONInteger	594000	2	11,33	10	10
22	4	$X_2 \leq 11$	NONInteger	593000	2,33	11	10	10
23	5	$X_1 \leq 2$	Suboptimal	588000	2	11	10	10
24	5	$X_1 \geq 3$	NONInteger	591000	3	10,33	10	10
25	6	$X_2 \leq 10$	Suboptimal	590000	3,33	10	10	10
26	6	$X_2 \geq 11$	Infeasible					
27	4	$X_2 \geq 12$	Infeasible					

Gambar 1. Hasil Iterasi Perhitungan Metode Branch and Bound
Sumber: Perhitungan POM-QM

Dari hasil iterasi menggunakan POM-QM, kemudian dibuat percabangan dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Perhitungan Metode Branch and Bound
Sumber: Penelitian

Perhitungan hasil dengan Metode Branch and Bound, didapatkan data sebagai berikut :

1. Subproblem 2, Subproblem 5, Subproblem 15, dan Subproblem 23 merupakan kandidat solusi optimal integer.
2. Pada Subproblem 7, Subproblem 9, Subproblem 17, Subproblem 11, dan Subproblem 19 memiliki nilai Suboptimal. Percabangan tidak lagi diperlukan karena nilai Z dari setiap Subproblem kurang dari nilai Z pada Subproblem 2.

Berdasarkan data diatas, untuk mencari nilai keuntungan maksimal dari penjualan kopi susu diperlukan iterasi sebanyak 27 kali. Ketika menerapkan metode simpleks pada masalah pemrograman bilangan bulat ini maka hanya akan memberikan satu set solusi, di mana hasil optimal terdapat pada iterasi ke-2 dengan penambahan kendala yaitu $X_1 \leq 1$ sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} X_1 &= 1 \\ X_2 &= 12 \\ X_3 &= 10 \\ X_4 &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= 15.000X_1 + 18.000X_2 + 18.000X_3 + 18.000X_4 \\ &= 15.000(1) + 18.000(12) + 18.000(10) + 18.000(10) \end{aligned}$$

$$= 15.000 + 216.000 + 180.000 + 180.000 \\ = 591.000$$

Didapatkan nilai keuntungan penjualan maksimal sebesar Rp591.000

IV. KESIMPULAN

Usaha rumahan pada kedai Kopi Rekan memiliki 7 kendala bahan baku dalam proses produksi. Perencanaan produksi pada kedai Kopi Rekan ini dapat dipandang sebagai masalah *integer programming*. Menentukan jumlah produksi kopi susu dengan memakai Metode *Branch and Bound* dapat membantu usaha minuman kopi susu di kedai Kopi Rekan dalam menentukan jumlah produksi setiap jenis kopi susu hingga mencapai penjualan yang maksimal. Hasil dari perhitungan menggunakan aplikasi *POM-QM for Windows* diperoleh penjualan maksimal sebesar Rp. 591.000 dengan memproduksi jenis Kopi Susu Original sebanyak 1 *cup*, Kopi Susu Vanilla sebanyak 12 *cup*, Kopi Susu Hazelnut sebanyak 10 *cup*, dan Kopi Susu Caramel Latte sebanyak 10 *cup*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada dosen mata kuliah Penelitian Operasional I, Bapak Dr. Ilham Falani, S.pd, M.Si yang telah membantu dan membimbing kami selama menyusun artikel penelitian dari awal sampai selesai. Penulis ucapkan terima kasih juga kepada rekan-rekan dan pemilik kedai Kopi Rekan yang telah bersedia menjadi objek penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Alfian, A. (2019). Model Integer Programming Untuk Mengoptimalkan Perencanaan Produksi Di UKM "X". *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 99-107.
- [2] Basriati, S. (2018). Integer Linear Programming Dengan Pendekatan Metode Cutting Plane Dan Branch And Bound Untuk Optimasi Produksi Tahu. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 4(2), 95-104.
- [3] Bongo, M., & Sy, C. (2021). An Integer Linear Programming Formulation For Post-Departure Air. *ASEAN Engineering Journal*, 11(2), 101-117.
- [4] Devani, V. (2017). Aplikasi Integer Programming untuk Mengoptimalkan Produksi Ternak Ayam. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 14(2), 126-133.
- [5] Dhar, A. S., & H. K. Das. (2020). A Heuristic Algorithm for solving Integer Linear Programming Problem and Unveiling the Applications. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 44(1), 1-9.
- [6] Firdaus, Y. N., Litano, N., Hermansyah, A., Nurhadiyati, R., Falani, I., & Wiratmani, E. (2019). Implementasi Algoritma Branch and Bound dalam Penentuan Jumlah Produksi untuk Memaksimalkan Keuntungan. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 65-70. <https://doi.org/10.30998/string.v4i1.3717>.
- [7] Laisupannawong, T., Intiyot, B., & Thipwivatpotjana, P. (10330). Integer Linear Programming Models for Reduction of Number of Types of Packing Boxes. *Thai Journal of Operations Research: TJOR*. 6(2), 22-31.
- [8] Maspaitella, B.J., & Tupan J.M. (2016). Model Integer Prpgramming (Studi Kasus pada Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon). *Arika*. 10(1), 31-41.
- [9] Munapo, E. (2020). Improvement Of The Branch And Bound Algorithm For Solving The Knapsack Linear Integer Problem. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(4), 59-69.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198849>

- [10] Lesmana, E., Nahar, J., & D. P. A. (2020). Linear Integer Optimization Model for Two-Stage Guillotine Cutting Stock Problem Using Branch and Bound Method in the Garment Industry. *International Journal of Global Operations Research*, 1(1), 40-52. <https://doi.org/10.47194/ijgor.v1i1.17>
- [11] Livia, C. Y., & Oktiarso, T. (2017). Penjadwalan Untuk Meminimalkan Total Tardiness Dengan Metode Integer Linear Programming. *Jurnal Teknik Industri*, 18(02), 127-137.
- [12] Martauli, E. D. (2018). Analysis Of Coffee Production In Indonesia. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 1(2), 112-120. <https://doi.org/10.30596/jasc.v1i2.1962>
- [13] Sari, G. M., Heryanto, R. M., & Santoso. (2020). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Model Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 01(01), 69-79. <https://doi.org/10.35261/gjtsi.v1i01.4265>
- [14] Mohamed, N. F., Mohamed, N. A., Mohamed, N. H., & Mohamed, N. A. (2021). An Integer Linear Programming Model For A Diet Problem Of Mcdonald's Sets Menu In Malaysia. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 08(02), 60-67.
- [15] Prabodanie, R. A. R. (2017). An Integer Programming Model for a Complex University Timetabling Problem: A Case Study. *Industrial Engineering and Management Systems*, 16(1), 141-153. <https://doi.org/10.7232/iems.2017.16.1.141>
- [16] Pramelani, P. (2020). Faktor Ketertarikan Minuman Kopi Kekinian Terhadap Minat Beli Konsumen Kalangan Muda. *Managament Insight: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 15(1), 121-129. <https://doi.org/10.33369/insight.15.1.121-129>
- [17] Purba, S. D., & Ahyaningsih, F. (2018). Integer Programming Dengan Metode Branch and Bound Dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada Pt . Arma Anugerah Abadi. *Karismatika*, 6(3), 20-29.
- [18] Sakinah, A. F., Nurrahmah, A., Fannysia, D., & Firly, D. S. S. (2021). Penentuan Jumlah Produksi Kue Kering Menggunakan Metode Integer Programming (Studi Kasus Usaha Kue Kering Ibu Afung). *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 2(1), 12-15.
- [19] Sangeeta, S. R. M. (2017). Genetic Algorithm: Applications To Linear And Integer Programming. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences (IJREAS)*, 7(9), 48-58.
- [20] Wang, X., & Qiu, P. (2020). A Freight Integer Linear Programming Model Under Fog Computing And Its Application In The Optimization Of Vehicle Networking Deployment. *PLoS ONE*, 15(9), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239628>.